

Homepage: <http://jusami.batan.go.id>

Jurnal Sains Materi Indonesia

Akreditasi LIPI No.: 395/D/2012  
Tanggal 24 April 2012  
ISSN: 1411-1098

## ACRYLIC SEBAGAI COMPATIBILIZER AGENT PADA PLASTIK PATI TAPIOKA/LATEKS KARET ALAM

**Mardiyati dan Steven***Program Studi Teknik Material, Fakultas Teknik Mesin dan Dirgantara-ITB  
Jl. Ganesha No. 10, Bandung, 40132  
e-mail: Mardiyati@material.itb.ac.id**Diterima: 30 Juni 2014**Diperbaiki: 13 Agustus 2014**Disetujui: 19 September 2014*

### ABSTRAK

**ACRYLIC SEBAGAI COMPATIBILIZER AGENT PADA PLASTIK PATI TAPIOKA/LATEKS KARET ALAM.** Pati tapioka dan lateks Karet Alam (KA) merupakan dua polimer hayati yang banyak dihasilkan oleh alam Indonesia. Pati tapioka merupakan polimer hayati yang banyak dikembangkan sebagai bioplastik karena memiliki kekuatan tarik yang tinggi namun memiliki kelemahan dalam ketahanan air. Sementara, lateks KA merupakan polimer alam yang memiliki elongasi dan ketahanan air yang tinggi. Dengan mencampurkan pati tapioka dengan lateks KA, diharapkan diperoleh sifat unggul dari kedua polimer tersebut. Namun, pencampuran pati dan lateks KA menghasilkan tingkat homogenitas yang rendah. Oleh karena itu, dalam penelitian ini *acrylic* ditambahkan ke dalam campuran pati dan lateks KA untuk meningkatkan homogenitasnya. Pada penelitian ini telah dilakukan pembuatan plastik campuran pati tapioka/lateks KA dengan menggunakan metode *solution casting*. Campuran pati tapioka/lateks KA ditambahkan *acrylic* sebagai *compatibilizer agent* dengan berbagai komposisi, sebesar 10 %berat, 15 %berat, 20 %berat dan 25 %berat. Untuk mengetahui kehomogenan campuran dilakukan karakterisasi dengan menggunakan *Differential Scanning Calorimetry (DSC)*. Kekuatan mekanik plastik diuji dengan pengujian tarik. Ketahanan air plastik diuji dengan pengujian celup. Semakin banyak jumlah *acrylic* yang ditambahkan kedalam campuran pati tapioka/lateks KA, maka kekuatan tarik, modulus elastisitas, elongasi serta ketahanan air plastik semakin meningkat. Hal ini dipengaruhi oleh homogenitas yang baik dari campuran yang ditunjukkan oleh hasil karakterisasi dengan menggunakan *DSC*.

**Kata kunci:** *Acrylic, Compatibilizer agent, Lateks karet alam, Pati tapioka, Solution casting*

### ABSTRACT

**ACRYLIC AS COMPATIBILIZER AGENT OF TAPIOKA STARCH BIOPLASTIC/NATURAL RUBBER LATEX.** Tapioca starch and natural rubber latex are two natural polymers are produced by nature Indonesia. Tapioca starch is a natural polymer that has been developed as bioplastic because it has high tensile strength but has disadvantage in water resistant. On the other hand, natural rubber (NR) latex is natural polymer which has high elongation at break and excellent water resistant. By blending tapioca starch with NR latex, the blends was expected to have superior properties of both the polymers. However, blending of tapioca starch/NR latex produces a low level of homogeneity. Therefore, in this study acrylic is added to tapioca starch/NR latex blends to improve homogeneity. In this research, tapioca starch/NR latex blends were prepared by solution casting. Acrylic as compatibilizer agent was added to tapioca starch/NR latex blends with various composition such as 10, 15, 20 and 25% wt. Miscibility of the blends were characterized by means of Differential Scanning Calorimetry (DSC). Mechanical properties of the plastics were measured by tensile testing. Water resistance of the plastics were investigated by immersion testing. As the content of acrylic increases, tensile strength, modulus of elasticity, elongation at break and water resistant of the plastics are increasing. It was influenced by good miscibility of the blends supported by result from DSC.

**Keywords:** *Acrylic, Compatibilizer agent, Natural rubber latex, Tapioca starch, Solution casting*

## PENDAHULUAN

Pati merupakan polimer alam yang diteliti secara intensif untuk menghasilkan plastik ramah lingkungan [1]. Diantara keunggulan plastik berbahan dasar pati adalah dapat diurai di alam, ketersediannya yang melimpah, serta merupakan bahan yang dapat diperbaharui. Plastik berbahan dasar pati masih terus dikembangkan karena memiliki kekurangan yang harus diperbaiki, antara lain yaitu sifatnya yang getas serta ketahanan airnya yang rendah [2,3]. Hingga saat ini, beberapa penelitian telah dilakukan untuk meningkatkan keuletan dan ketahanan air [4-6].

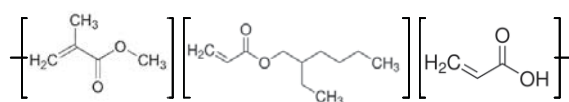
Lateks karet alam (KA) merupakan elastomer alam yang mengandung *cis*-1,4-polyisoprene yang bersifat hidrofobik [7]. Pencampuran lateks KA dengan polimer lain dapat dilakukan dengan berbagai teknik, dua teknik utamanya adalah dengan pencampuran secara mekanik dan *solution casting* [8]. Pencampuran antara plastik berbahan dasar pati dengan lateks KA diharapkan akan menghasilkan plastik yang memiliki ketahanan terhadap air yang lebih baik serta lebih ulet. Namun, pati yang bersifat polar serta lateks KA yang non polar menghasilkan campuran dengan homogenitas yang rendah sehingga dibutuhkan *compatibilizer agent* untuk menghasilkan campuran yang homogen.

Pada penelitian ini, digunakan *acrylic* sebagai *compatibilizer agent* pada campuran plastik pati tapioka/lateks KA yang dibuat dengan metode *solution casting*. *Acrylic* ditambahkan dengan berbagai komposisi. Plastik yang dihasilkan dikarakterisasi *miscibility*, kekuatan mekanik dan ketahanan air.

## METODE PERCOBAAN

### Bahan dan Alat

Pada penelitian ini digunakan pati tapioka dengan merek Gunung Agung yang diproduksi oleh PT Budi Acid Jaya Tbk, Lampung, Indonesia. Lateks karet alam dan *acrylic* diperoleh dari Bratachem Bandung. Struktur dan nama kimia *acrylic* yang digunakan dapat dilihat pada Gambar 1. Kemurnian Poly (MMA/2-EHA/MAA) yang digunakan pada penelitian ini 99%.



Poly (Methyl methacrylate/2-Ethylhexyl acrylate/Methacrylic acid)  
POLY (MMA/2-EHA/MAA)

Gambar 1. Struktur kimia *acrylic* yang digunakan.

Pada penelitian ini karakterisasi *Differential Scanning Calorimetry* (DSC) dilakukan di Teknik Kimia ITB dengan menggunakan alat Linseis STA PT 1600. Pengujian tarik dilakukan di Program Studi Teknik Mesin ITB dengan menggunakan alat Tensilon RTF-1310.

## Cara Kerja

### Preparasi Sampel

Pati sebanyak 10 gram dicampur dengan air seberat 140 gram dan diaduk dengan pengaduk magnet hingga larut. Lateks KA dicampur dengan *acrylic* (10 %berat, 15 %berat, 20 %berat dan 25 %berat) dan diaduk, kemudian dicampur kedalam larutan pati. Perbandingan pati dengan lateks KA dibuat tetap, yakni 6 : 4. Larutan pati-lateks KA-*acrylic* dipanaskan sambil diaduk dengan menggunakan pengaduk magnetik hingga suhu 68 °C. Larutan kemudian dituangkan ke dalam cetakan aluminum dan dikeringkan hingga terbentuk plastik.

### Karakterisasi DSC

Karakterisasi dengan menggunakan DSC dilakukan untuk mengetahui *miscibility* dari pencampuran polimer. Pengujian dilakukan di Program studi Teknik Kimia ITB dengan menggunakan alat Linseis STA PT 1600 dengan laju pemanasan 10 °C/menit.

### Pengujian Tarik

Pengujian tarik dilakukan dengan menggunakan Tensilon RTF 1310 yang memiliki beban maksimum 1 ton. Pengujian tarik yang dilakukan mengacu pada standar ASTM D 882-02 dengan kecepatan tarik 5 mm/menit, ketebalan sampel 0.3mm dan dilakukan di laboratorium Produksi Teknik Mesin ITB.

### Pengujian Degradasi Plastik Dalam Media Air

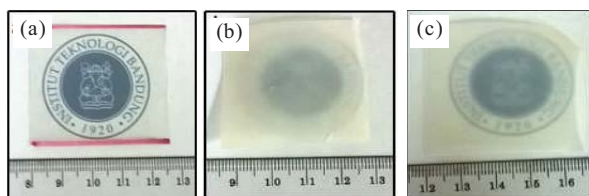
Pengujian degradasi plastik dilakukan dengan merendam plastik di dalam air pada suhu ruang yang mengacu kepada standar ASTM D 570-98. Plastik dengan ukuran (30 x 30 x 0,3) mm<sup>3</sup> direndam di dalam air selama 1 hari, 2 hari, 3 hari, 4 hari, 5 hari, 6 hari dan 7 hari. Pengujian degradasi ini dilakukan untuk mengetahui pengurangan berat plastik selama waktu perendaman. Berat plastik yang tersisa dihitung berdasarkan Persamaan (1).

$$m \text{ hilang} = \frac{m \text{ sebelum uji} - m \text{ setelah uji}}{m \text{ sebelum uji}} \times 100\% \quad \dots (1)$$

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Tampilan plastik yang diperoleh dengan menggunakan metode *solution casting* dapat dilihat pada Gambar 2.

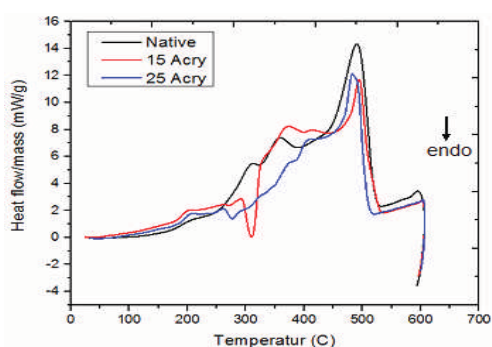
Gambar 2 (a) merupakan tampilan plastik yang terbuat dari pati tapioka. Pada gambar tersebut terlihat bahwa plastik yang dihasilkan lebih transparan dibandingkan dengan plastik yang terbuat dari campuran pati tapioka/lateks KA dengan perbandingan 6:4 (Gambar 2(b)), serta plastik yang terbuat dari pati



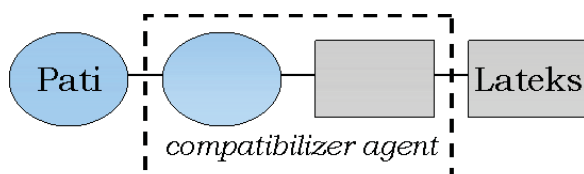
**Gambar 2.** Tampilan plastik pati yang dibuat dengan metode solution casting (a). Plastik pati tapioka, (b). Plastik pati/lateks dan (c). Pati/Lateks, Acrylic 25%.

tapioka/lateks KA dengan penambahan *acrylic* sebagai *compatibilizer agent* hingga mencapai 25 %berat (Gambar 2(c)). Secara visual dapat dilihat bahwa sebelum ditambahkan *acrylic*, pencampuran polimer tidak terlalu homogen. Hal ini terjadi karena sifat dari pati yang cenderung polar dan lateks KA yang cenderung non polar, sehingga *miscibility* antar polimer tidak terlalu baik. Setelah ditambahkan *acrylic* sebagai *compatibilizer agent*, kehomogenan campuran terlihat lebih baik seiring dengan banyaknya jumlah *acrylic* yang ditambahkan. Hal ini sesuai dengan hasil pengujian dengan menggunakan DSC yang dapat dilihat pada Gambar 3.

Dari thermogram DSC tersebut *miscibility* yang semakin membaik dapat dilihat dengan adanya pergeseran puncak pada daerah temperatur 160 - 250°C. Seiring dengan bertambahnya *acrylic* temperatur melting pati semakin mendekat dengan temperatur melting lateks KA. Semakin mendekatnya temperatur melting antara pati tapioka dan lateks KA mengindikasikan bahwa *miscibility* antara pati tapioka dan lateks KA semakin membaik. *Miscibility* yang semakin membaik ini disebabkan karena struktur kimia *acrylic* (Gambar 1) yang berupa kopolimer serta mengandung gugus polar dan non polar yang dapat berfungsi sebagai penghubung antara pati dan lateks KA.



**Gambar 3.** Hasil pengujian DSC plastik tanpa *acrylic* dan dengan *acrylic* 15 % dan 25 %.



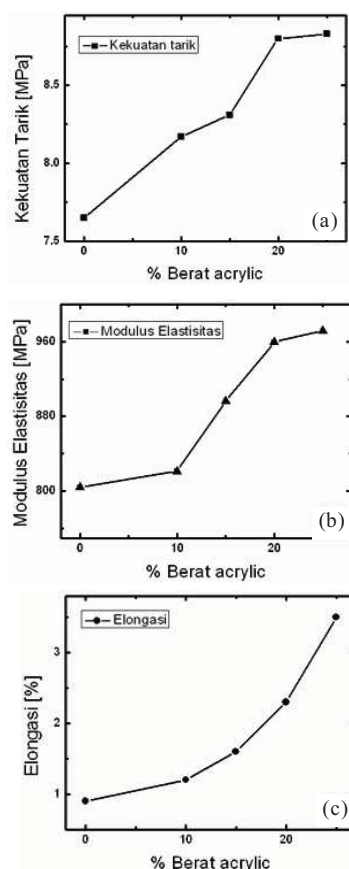
**Gambar 4.** *Acrylic* sebagai *compatibilizer agent* pada campuran pati/lateks KA.

**Tabel 1.** Hasil Pengujian Tarik Plastik Pati Tapioka/Lateks karet alam.

| Persentase <i>acrylic</i> (%) | Kekuatan Tarik (MPa) | Elongasi (%) | Modulus Elastisitas (MPa) |
|-------------------------------|----------------------|--------------|---------------------------|
| 0                             | 7,65                 | 0,9          | 804,3                     |
| 10                            | 8,17                 | 1,2          | 821,4                     |
| 15                            | 8,31                 | 1,6          | 896,4                     |
| 20                            | 8,80                 | 2,3          | 959,6                     |
| 25                            | 8,83                 | 3,2          | 971,2                     |

Ketika terjadi pencampuran, gugus polar pada kopolimer *acrylic* akan mendekat kepada pati dan bagian nonpolar akan mendekat kepada lateks KA seperti yang diilustrasikan pada Gambar 4. *Acrylic* yang berfungsi sebagai penghubung antara pati dan lateks KA ini pada akhirnya akan memberikan kekuatan ikatan yang lebih baik dibandingkan dengan pencampuran pati tapioka/lateks KA tanpa menggunakan *acrylic*.

Selain dari hasil DSC, hasil pengujian tarik yang dilakukan terhadap plastik pati tapioka/lateks KA dengan penambahan *acrylic* juga mengalami kenaikan kekuatan tarik seiring dengan meningkatnya kandungan *acrylic*. Data hasil pengukuran kekuatan tarik plastik yang diperoleh dapat dilihat pada Tabel 1 dan Gambar 5. Dari data tersebut dapat dilihat bahwa pada penambahan



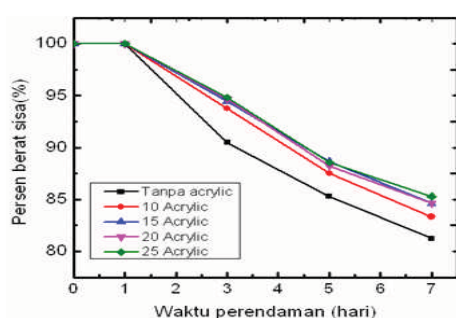
**Gambar 5.** Kurva kekuatan mekanik plastik pati tapioka/lateks terhadap berbagai komposisi *acrylic*. (a). Kekuatan tarik. (b). Modulus elastisitas dan (c). Elongasi.

*acrylic* hingga 25%, kekuatan tarik plastik cenderung meningkat hingga 8,83 MPa, Modulus elastisitas meningkat hingga 971,2 MPa dan elongasi meningkat hingga 3,5%. Keberadaan *acrylic* sebagai *compatibilizer agent* berperan pada peningkatan sifat mekanik plastik. Kehadiran *acrylic* yang meningkatkan kekuatan ikatan antar pati dan lateks KA membuat beban yang diberikan kepada plastik akan terdistribusi dengan lebih baik dan merata. Hal inilah yang menyebabkan kekuatan tarik dari plastik meningkat seiring dengan bertambahnya jumlah *acrylic* pada campuran pati tapioka/lateks KA. Elongasi yang meningkat hingga 3,5% menunjukkan perbaikan sifat plastik berbahan dasar pati yang getas menjadi lebih ulet dengan adanya lateks KA. Modulus elastisitas yang meningkat menunjukkan bahwa plastik yang dihasilkan lebih kaku seiring dengan kandungan *acrylic* yang ditambahkan. Kekakuan yang meningkat ini disebabkan oleh kehadiran *acrylic* yang membuat *miscibility* campuran pati/lateks KA lebih baik serta menjadi penghubung dan pengikat antara pati dan lateks KA.

Penambahan *acrylic* hingga 25% juga berhasil meningkatkan ketahanan air plastik hingga 5%. Data persen berat plastik yang tersisa yang direndam hingga 7 hari ditampilkan pada Tabel 2 dan Gambar 6.

**Tabel 2.** Hasil pengujian rendam plastik pati tapioka/lateks karet alam.

| Persentase <i>acrylic</i> (%) | Persen sisa berat setelah 7 hari (%) |
|-------------------------------|--------------------------------------|
| 0                             | 81,25                                |
| 10                            | 83,30                                |
| 15                            | 84,61                                |
| 20                            | 84,81                                |
| 25                            | 85,25                                |



**Gambar 6.** Berat plastik pati tapioka/lateks yang tersisa pada perendaman hingga tujuh hari.

Pada Tabel 2 dan Gambar 6 terlihat bahwa semakin banyaknya *acrylic* yang ditambahkan ketahanan air terhadap plastik semakin meningkat. Adanya *miscibility* antara pati dengan lateks KA menghasilkan sifat

campuran plastik yang lebih baik, khususnya sifat ketahanan air. Lateks KA yang bersifat nonpolar mampu mengimbangi sifat polar pati yang rentan terhadap air. Sehingga dengan penambahan lateks KA pada plastik yang berbahan dasar pati dapat mengatasi salah satu kelemahan plastik berbasis pati, yakni sifat ketahanan airnya yang rendah.

## KESIMPULAN

*Acrylic* dapat berfungsi sebagai *compatibilizer agent* pada campuran plastik pati tapioka/lateks karet alam. Semakin banyak *acrylic* yang ditambahkan pada plastik pati tapioka/lateks karet alam hingga 25%, maka kekuatan mekanik serta ketahanan airnya semakin meningkat.

## DAFTAR ACUAN

- [1]. L. P. B. M. Janssen and L. Moscicki, "Scaling-Up of Thermoplastic Starch Extrusion," in *Thermoplastic Starch: A Green Material for Various Industries*, Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, 2009, pp. 219-229.
- [2]. L. Mao, S. Imam, S. Gordon, P. Cinelli, and E. Chiellini, "Extruded Cornstarch-Glycerol-Polyvinyl Alcohol Blends: Mechanical Properties, Morphology, and Biodegradability". *J. Polym. Environ.*, vol. 8, no. 4, pp. 205-211, 2000.
- [3]. Mardiyati and Steven, "Degradasi Plastik Campuran Pati Tapioka/PVA Dalam Air." in *Seminar Nasional Metalurgi Material 2013*, 2013, p. G-7.
- [4]. H.-R. Park, S.-H. Chough, Y.-H. Yun, and S.-D. Yoon, "Properties of Starch/PVA Blend Films Containing Citric Acid as Additive". *J. Polym. Environ.*, vol. 13, no. 4, pp. 375-382, 2005.
- [5]. A. Rouilly, L. Rigal, and R. G. Gilbert, "Synthesis and properties of composites of starch and chemically modified natural rubber". *Polymer (Guildf)*, vol. 45, no. 23, pp. 7813-7820, Oct. 2004.
- [6]. A. J. F. Carvalho, A. E. Job, N. Alves, A. A. S. Curvelo, and A. Gandini, "Thermoplastic starch/natural rubber blends". *Carbohydr. Polym.*, vol. 53, no. 1, pp. 95-99, Jul. 2003.
- [7]. S. K. De and J. R. White, *Rubber Technologist's Handbook*, no. v. 1. Rapra Technology Limited, 2001.
- [8]. W. Pichayakorn, J. Suksaeree, and P. Boonme, "Chapter 7 NR Blends and IPNs: Miscibility and Immiscibility," in *Natural Rubber Materials: Volume 1: Blends and IPNs*, vol. 1, The Royal Society of Chemistry, 2014, pp. 177-194.